Aus dem Hygienischen Institut der Universität Tübingen
VORSTAND: PROFESSOR DR. DOLD

Tagesschwankungen des Speichel-p_H-Wertes bei täglich viermaliger Untersuchung des eigenen Speichels während eines Monats.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde der Zahnmedizin

einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von

HEINZ SCHIEFERDECKER

aus Jever i. Oldenburg.

U 97

Dekan: Professor Dr. Dold

Berichterstatter: Professor Dr. Dold

Zum Druck genehmigt von der Medizinischen Fakultät Tübingen

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meiner lieben Mutter!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549602_0096

Einleitung.

Bisherige Messungen des Speichel-p_H-Wertes.

So zahlreich die bisher erschienenen Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration des Speichels sind, so verschieden, ja zum Teil widersprechend sind die Resultate. Einmal liegt es wohl daran, daß die p_H-Bestimmungen nicht einheitlich, d. h. mit der gleichen Methode und nicht unter gleichen äußeren Bedingungen durchgeführt wurden; zum Teil aber auch daran, daß die Veröffentlichungen nähere Angaben ganz vermissen lassen, so daß man sich kein Urteil bilden kann über die Ursachen dieser Differenzen. Schließlich wurde m. E. ein für die normale und recht erhebliche Schwankungsbreite des p_H-Wertes des Speichels wichtiger Faktor zu wenig beachtet, nämlich die wechselnde CO_2-Spannung innerhalb der Mundhöhle. Wenn man nämlich, wie Becks angibt, bei Messungen des p_H-Wertes zu verschiedenen Zeiten desselben Tages die CO_2-Spannung in vitro über dem frisch entnommenen Speichel konstant hält und den Speichel mit ihr ins Gleichgewicht bringt, so findet man, daß die sonst bei direkten Messungen auftretenden sehr erheblichen Tagesschwankungen wegfallen und die p_H-Werte bis auf geringe Schwankungen am Tage, sogar auf Wochen absolut konstant bleiben.

Kallhardt hat eine knappe Übersicht über bisherige p_H-Messungen des Speichels gegeben. Danach haben Autoren wie Michaelis, Konnefke und H. Becks eine saure Reaktion des Speichels gefunden. Ellenberger und Scheunert fanden ein p_H von 6,00–7,30, wie auch Oppenheimer eine leicht saure Reaktion feststellte, nämlich $p_H = 6,88$. Haffner und Popper stellten interindividuelle Schwankungen von 6,77–7,52 fest, während sie bei ein und demselben Menschen nur ganz geringe Schwankungen fanden. Türkheims Messungen ergaben bei 100 untersuchten Personen ein p_H von 6,85–7,65. Im Gegensatz dazu stehen fast alle Angaben in den physiologischen Lehrbüchern und eine Arbeit von Stredinger, Zornemann und Pohle, die in 80% der Untersuchungen alkalische Reaktion feststellten. Michel fand unter 1300 Untersuchungen 900 alkalische Reaktionen, Rose nur alkalischen Speichel, ebenso Schlesinger. Auch Brugnatelli fand unter 118 Analysen nur 3 mal saure Reaktion. Die am meisten alkalischen Resultate fanden Foa, Broderick und Andresen mit $p_H = 8,3$; 8,4 und 8,5; auf der anderen Seite die sauersten Werte Pohle, van den Berg und Broderick mit $p_H = 5,25$; 5,7 und 5,8.

Meßmethoden:

Wie ich eingangs erwähnte, hängt das vielgestaltige Bild der p_H-Werte großenteils von der Methodik der p_H-Bestimmung und von der CO_2-Spannung ab. Sehr wesentlich scheint mir auch der Zustand des Menschen zu sein, ob er frisch oder ermüdet ist. Diemiger fand, daß der Speichel bei der Prüfung mit CO_2 unempfindlichen Indikatoren wie Methylorange oder mit der schwachempfindlichen Cochenilletinktur stets alkalisch, bei der Prüfung mit CO_2 empfindlichen Indikatoren wie Phenolphtalein stets sauer reagiert. Im Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie (von A. Bethe usw.) heißt es: „Die Reaktion des Speichels gegen Lackmus ist alkalisch. Da jedoch für die Reaktion des Speichels der Gehalt an CO_2 und $NaHCO_3$ eine wesentliche Rolle spielt, so wird das Ergebnis der Prüfung mit verschiedenen Indikatoren natürlich in hohem Maße davon abhängen, inwieweit der Indikator gegen Kohlensäure empfindlich ist." Daß die Körperverfassung auf die Wasserstoffionenkonzentration einen großen Einfluß ausübt, war bei meinen eigenen Untersuchungen, auf die ich später zu sprechen komme, daran zu erkennen, daß während der täglichen p_H-Messungen bei Ermüdung die Werte stets verhältnismäßig sauer waren. Überhaupt scheint mir, das sei schon hier gesagt, der tägliche p_H-Wert in erster Linie durch die wechselnde CO_2-Spannung und durch die Körperverfassung festgelegt zu sein. Die älteren Angaben, bei denen auf diese Fakta noch kein Gewicht gelegt wurde, sind daher m. E. heute nicht mehr zu verwerten.

Kurz noch einiges über die Meßmethoden. Für den täglichen Bedarf in den größeren Spezialdisziplinen der Medizin zur schnellen Orientierung – z. B. bei Urinuntersuchungen – wird heute die Indikatormethode als ausreichend erachtet. Anders ist es allerdings bei der Bearbeitung wissenschaftlicher Probleme, wo größte Präzision und Ausschaltung subjektiver Fehler Vorbedingung sind. Hier liefert die elektrometrische oder potentiometrische Methode die sichersten und genauesten Werte. Für Reihenuntersuchungen in größerem Umfange eignet sich die Wasserstoffelektrode wiederum weniger, weil die Einstellung des Potentials längere Zeit dauert. Aus diesem Grunde ist man davon jetzt in der Hauptsache abgekommen und bedient sich fast ausschließlich der Chinhydronelektrode, die sich für unsere Zwecke ausgezeichnet bewährt hat und die mit größter Genauigkeit arbeitet. Das Prinzip dieser Methode stammt von Billmann. Wir machten unsere Messungen mit dem von Lautenschläger hergestellten auf diesem Prinzip beruhenden „Ionometer". Die Elektrode wird dabei dadurch gebildet, daß man der Untersuchungslösung eine geringe Menge Chinhydrons zusetzt, gut umschüttelt, einen blanken Platindraht eintaucht und mit einer Kalomelelektrode die elektromotorische Kraft mißt. Ein Nachteil, wenn man es so nennen will, haftet der Chinhydronelektrode an, daß man nämlich ein p_H, das größer ist als 7,75, derartig nicht mehr genau messen kann. Da wir aber im allgemeinen nur selten mit alkalischen Lösungen der Mundflüssigkeit es zu tun haben, machte sich die Begrenzung der Meßmöglichkeit in unserem Fall nicht weiter störend bemerkbar.

Theoretisches über die Wasserstoffionenkonzentration.

Im folgenden sei – nach den Angaben von Kallhardt – noch einiges Theoretische über die Wasserstoffionenkonzentration vorausgeschickt. Nach der elektrolytischen Dissoziationstheorie sind alle Lösungen mehr oder weniger stark in H-Ionen und OH-Ionen gespalten, dissoziiert, und zwar ist die Stärke der Dissoziation bestimmend für die Azidität bzw. Alkaleszenz einer Lösung. So sind z. B. von einer 0,1 n Salzsäure 91 % dissoziiert, die Azidität, d. h. die Wasserstoffionenkonzentration ist also 0,091. In Vereinfachung der Schreibweise wird nun diese Zahl 0,091 durch den negativen Exponenten von 10 ausgedrückt, also $10^{-1,04}$ (die Berechnung ergibt sich folgendermaßen: $0,091 = 9,1 \cdot 10^{-2}$; $0,1 = 10^{0,96}$; $10^{0,96} - 10^{-2} = 10^{-194}$). Zur bequemeren Handhabung, speziell bei graphischen Darstellungen usw. hat Sörrensen vorgeschlagen, als Maß für die Größe der Wasserstoffionenkonzentration diesen Exponenten unter dem Namen H-Exponent und mit der Bezeichnung p_H zu benutzen; darnach hat eine 0,1 n Salzsäurelösung ein p_H von 1,04.

Nach dem Gesetz der chemischen Massenwirkung ist

$$\frac{CH \cdot COH}{CH_2O} = \text{konstant},$$

wobei CH die Wasserstoffionenkonzentration, COH die OH-Ionenkonzentration und CH_2O die Ionenkonzentration des Wassers bedeutet; nachdem die Ionenkonzentration des Wassers als konstant anzusehen ist, muß das Produkt aus H- und OH-Ionen ebenfalls konstant bleiben. Sörrensen und Pallitzsch haben dafür als Mittelwert zahlreicher Versuche die Zahl $10^{-14,14}$ errechnet. Es muß also das Produkt $CH \cdot COH$ stets $10^{-14,14}$ ergeben, so daß wir bei einem Produkt von $10^{-7,07} \cdot 10^{-7,07}$ die gleiche Menge H- und OH-Ionen, also den Neutralpunkt haben, d. h. $p_H = 7,07$ ist neutral. Friedenthal hat außerdem, da die Wasserstoffionenkonzentration gewöhnlich leichter, sicherer und bequemer zu bestimmen ist, vorgeschlagen, nur diese zu ermitteln, auch bei alkalischen Lösungen.

Eigene Untersuchungen.

A. Tagesschwankungen des Speichel-p_H-Wertes.

Gang der Untersuchungen:

Aus der bisher erschienenen Literatur über den p_H-Wert des Speichels geht hervor, daß wohl vereinzelt an der einen oder anderen Person einmal Tages-p_H-Schwankungen gemessen wurden, niemals aber über längere Zeit an einer Person systematisch Messungen vorgenommen wurden. Rückschläge auf eventuelle Gesetzmäßigkeiten der Schwankungen sind aber nur so möglich. Professor Dr. Dold schlug mir daher vor, Tagesschwankungen des Speichel-p_H-Wertes auf eine Dauer von 30 Tagen an meinem eigenen Speichel zu messen. Der Gang der Untersuchungen war schon von vornherein festgelegt.

Fehler, die in früheren Untersuchungen begangen wurden, können wir auf Grund der verbesserten Meßmethoden und tieferen physiologischen Einsicht ausschalten; andererseits können wir uns manch wichtiges Ergebnis auf dem Gebiet der p_H-Untersuchungen zunutze machen.

Es wurde z. B. bisher der Fehler gemacht, daß Tagesschwankungen an verschiedenen Personen gemessen wurden, statt systematisch längere Zeit hindurch an ein- und derselben Person Messungen vorzunehmen; denn von vornherein müssen wir uns darüber im klaren sein, daß Tagesschwankungen bei verschiedenen Personen sich immer in jeweils verschiedenen Grenzen bewegen werden, da die Breite, in der sich die Tagesschwankungen normalerweise bewegen werden, durch Lebensweise, Konstitution und Alter bestimmt ist. So fand z. B. H. Becks bei Untersuchung von 120 Stadtkindern die mehr alkalischen Werte bei den jüngeren Individuen, während mit zunehmendem Alter die Wasserstoffionenkonzentration ebenfalls zunahm, d. h. der Speichel sauere Werte zeigte.

Bei Massenuntersuchungen ist es natürlich kaum möglich, die zu untersuchenden Personen dauernd zu überwachen, was notwendig ist, da schon Kleinigkeiten, wie z. B. das Essen eines Apfels, einer Orange oder ein Spaziergang das p_H merklich verschieben können. Andererseits war unserem Arbeitsgang insofern eine Richtung gegeben, als aus den ganzen letzten p_H-Untersuchungen des Speichels hervorgeht, daß die Kohlensäurekapazität einen sehr wichtigen Einfluß auf die p_H-Schwankungen ausübt.

Zunächst galt es also, auf einige Zeit p_H-Messungen zu ganz bestimmten Tageszeiten vorzunehmen, um festzustellen, ob Schwankungen vorhanden sind und ob vielleicht eine Gesetzmäßigkeit in diesen Schwankungen zu erkennen ist. Der Spender des Speichels hat dabei soweit als irgend möglich während der ganzen Untersuchungsperiode gleichmäßig gelebt, um Zufälligkeiten und deren Einfluß auf den p_H-Wert auszuschalten.

Arbeitsgang:

Bevor wir zu unseren Ergebnissen kommen, sei noch kurz der Arbeitsgang beschrieben.

Es wurde bei jeder Messung 10 ccm Speichel im Verlauf von einer Viertelstunde unter Verschluß aufgefangen und sofort anschließend gemessen. Auf diese Weise wurde ein Beeinträchtigen des Ergebnisses durch Entweichen von Kohlensäure verhindert. Es wurde absichtlich streng darauf geachtet, daß zu einer Speichelentnahme jedesmal $^1/_4$ Stunde gebraucht wurde, da nach Zebrowski die Alkaliszenz um so höher ist, je schneller der Speichel fließt. Gefrühstückt wurde um $9^1/_2$ Uhr, Mittag gegessen um 1 Uhr. Alle p_H-Werte sind auf 18^0 C berechnet. Vorgenommen wurden die Messungen, wie schon gesagt, mit dem Ionometer von Lautenschläger. Das Prinzip

dieses Apparates ist kurz folgendes: „Der Funktion des Apparates liegt die Kompensations-Methode nach P o g g e n d o r f zugrunde. Über eine in p_H-Werten geeichte Meßbrücke wird eine geeichte Spannung gelegt, gegen welche die zu messende Spannung einer Gaskette kompensiert wird.

Um eine fortlaufend bezeichnete p_H-Skala für die gebräuchlichsten Elektroden-Anordnungen zu erhalten, wird eine Meßbrücke mit zwei Meßzweigen verwendet. Außerdem wird durch eine von Dr. K o r d a t z k i angegebene neuartige Gegenschaltung der zwischen den beiden Elektrodenketten bestehenden Differenz von 704 mv die denkbar einfachste Handhabung des Apparates erreicht.

Zur Messung wird der Kontakt der Meßbrücke solange verchoben, bis durch vollständige Ruhe des O-Galvanometers Kompensation angezeigt wird.

Die mit dem Kontakt der Meßbrücke und mit der Einstellvorrichtung fest verbundene Meßskala ist direkt in p_H-Werten von 1,0 – 13,0 p_H für eine Temperatur von 18° C geeicht. Die Skala ist in 0,05 p_H Einheiten geteilt, so daß 0,01 p_H bequem abgelesen werden können.

Eine ausführliche Beschreibung der Methodik sowie der verwendeten Apparatur hielt ich im Rahmen dieser Arbeit für unumgänglich notwendig.

Kurz ein paar Angaben über den Spender des Speichels: H. Sch., 22 Jahre, Konstitution: athletischer Typus. Größe: 1,75 m.

Ich komme jetzt zu den Ergebnissen, die sich zunächst auf die Tages-p_H-Schwankungen erstrecken.

Folgende Tabelle gibt das Meßergebnis der täglichen p_H-Schwankungen von 30 Tagen wieder: T a b e l l e I:

p_H-Messung um	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag	7. Tag	8. Tag	9. Tag	10. Tag
9 Uhr	6,46	6,48	6,52	6,50	6,53	6,51	6,55	6,56	6,61	6,40
$11^1/_2$ Uhr	6,88	6,89	6,80	6,75	6,72	6,85	6,88	6,78	6,70	6,69
$2^1/_2$ Uhr	7,08	7,06	6,95	6,89	6,90	6,93	6,92	6,88	6,87	6,92
$4^1/_4$ Uhr	6,80	6,82	6,88	6,86	6,83	6,82	6,81	6,80	6,80	6,82

p_H-Messung um	11. Tag	12. Tag	13. Tag	14. Tag	15. Tag	16. Tag	17. Tag	18. Tag	19. Tag	20. Tag
9 Uhr	6,59	6,23	6,50	6,58	6,60	6,37	6,62	6,64	6,61	6,65
$11^1/_2$ Uhr	6,83	6,68	6,78	6,84	6,81	6,70	6,85	6,83	6,80	6,79
$2^1/_2$ Uhr	6,92	6,85	6,89	6,92	7,02	6,88	6,92	6,93	6,91	6,94
$4^1/_4$ Uhr	6,87	6,80	6,83	6,85	6,87	6,81	6,84	6,87	6,82	6,84

p_H-Messung um	21. Tag	22. Tag	23. Tag	24. Tag	25. Tag	26. Tag	27. Tag	28. Tag	29. Tag	30. Tag
9 Uhr	6,68	6,69	6,28	6,70	6,71	6,72	6,65	6,69	6,67	6,68
$11^1/_2$ Uhr	6,75	6,73	6,69	6,75	6,76	6,74	6,68	6,73	6,75	6,74
$2^1/_2$ Uhr	6,92	6,99	6,84	6,90	6,92	6,95	6,89	6,92	6,95	6,94
$4^1/_4$ Uhr	6,86	6,87	6,70	6,88	6,87	6,86	6,85	6,88	6,83	6,81

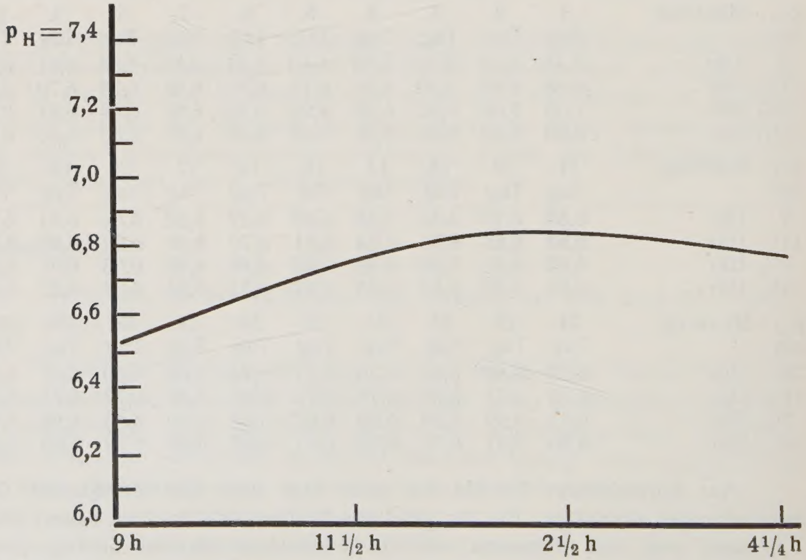
Aus vorstehender Tabelle ist ganz klar eine Gesetzmäßigkeit der Schwankungen ersichtlich. Der morgendliche Nüchternwert ist stark sauer; etwa 2 Stunden nach dem Frühstück war die H-Ionenkonzentration niedriger, um $1^1/_2$ Stunde nach dem Mittagessen beinahe neutral zu werden, aber immer noch – bis auf eine Ausnahme – leicht sauer. Die Ausnahme betrifft die

Messung am 1. Tag. Ich nehme an, daß der dort gefundene mit den späteren nicht ganz übereinstimmende Wert auf meine noch etwas mangelhafte Technik zurückzuführen war. Am Nachmittag wurde der p_H-Wert regelmäßig wieder sauer. Ein paar Messungen, die um 5 Uhr vorgenommen wurden, zeigten noch saurere Werte als um $4^1/_4$ Uhr. Die Art der p_H-Schwankungen lassen sich im großen folgendermaßen erklären:

Der morgendliche saure Wert ist bedingt durch den hohen CO_2-Gehalt des Speichels. Infolge der besseren Ventilation werden dann die Werte basischer. Die niedrige H-Ionenkonzentration nach dem Mittagessen ist einmal, wie noch gezeigt wird, durch veränderte Speichelsekretion nach Nahrungsaufnahme zu erklären, dann aber auch durch den Einfluß der Verdauung. Wir wissen, daß nach Nahrungsaufnahme durch erhöhten Salzsäureverbrauch zur Verdauung der aufgenommenen Speise der p_H-Wert des Blutes und Urins sinkt; das Blut, und allgemein die Körperflüssigkeiten, in unserem speziellen Fall der Speichel, werden also durch den erhöhten Säureentzug mehr basisch. Durch Ermüdung werden am Nachmittag die Werte wieder langsam saurer. Wie noch gezeigt wird, wird die Wasserstoffionenkonzentration weiterhin noch durch andere Faktoren beeinflußt.

Die p_H-Werte der 30 Tage geben – den jeweiligen Mittelwert berechnet – folgende Kurve:

Tabelle II: Tagesschwankungen der p_H-Werte des menschlichen Speichels (Mittelwerte berechnet aus 30 Tagen).



Abszisse: Tageszeit
Ordinate: p_H-Wert

Wir sind uns darüber im klaren, daß diese Gesetzmäßigkeiten nur für ein ganz geregeltes Leben Geltung haben. Aus der Regel fallende Spaziergänge, Anstrengungen, Nahrung usw. werden immer, wie im folgenden gezeigt wird, Verschiebungen des p_H-Wertes nach der einen oder anderen Seite zur Folge haben.

B. Ursachen der p_H-Schwankungen.

Unwillkürlich drängt sich damit uns die Frage auf, wodurch die Tagesschwankung und überhaupt die Schwankungen bedingt sind.

Bei dem hohen Gehalt des Speichels an Kohlensäure wird die Reaktion hauptsächlich bestimmt durch das Verhältnis der freien Kohlensäure zu den kohlensauren Salzen.

Das im Speichel in großen Mengen vorhandene $NaHCO_3$ dissoziiert nach folgender Gleichung:

$$NaHCO_3 \rightleftharpoons Na^{\cdot} + HCO_3'$$

Da die Kohlensäure eine sehr schwache Säure ist, tritt eine Hydrolyse nach folgender Gleichung ein:

Es ist nun:

$$\begin{array}{ccc} H_2CO_3 & \rightleftharpoons & H^{\cdot} + HCO_3' \\ H_2O & \rightleftharpoons & H^{\cdot} + OH' \\ & & + \quad\; + \\ NaHCO_3 & \rightleftharpoons & HCO_3' + Na^{\cdot} \\ & & | \qquad\; | \\ & & H_2CO_3 + Na^{\cdot} + OH' \end{array}$$

Um diese theoretischen Überlegungen durch praktische Versuche zu stützen, machte ich folgendes:

Ich maß den p_H-Wert des Speichels vor und nach einem Dauerlauf von 5 Minuten. Es war anzunehmen, daß einer Senkung der Kohlensäurespannung im Mund eine Verschiebung des p_H-Wertes nach der alkalischen Seite parallel ging. Die Ergebnisse von 4 derartigen Versuchen bestätigte meine Annahme:

Versuch	1	2	3	4
p_H-Wert vor dem Dauerlauf	6,73	6,88	6,78	6,83
p_H-Wert nach dem Dauerlauf	7,16	7,07	7,10	7,06

Aber nicht in der Kohlensäure allein haben wir den ursächlichen Faktor für die p_H-Schwankungen zu sehen. Wie theoretische Überlegungen und im Zusammenhang damit praktische Versuche beweisen, spielt der Eiweißgehalt des Speichels keine unwesentliche Rolle.

Wir stellen uns einmal schematisch das Eiweiß als ein riesiges Molekül vor, an dem u. a. eine COOH-Gruppe hängt. Diese COOH-Gruppe haben wir wohl als einen für die p_H-Verschiebung verantwortlichen Faktor anzusehen. Wir gingen dann bei unseren praktischen Versuchen von folgenden Überlegungen aus.

Nach H. Becks, und wie auch von anderer Seite betont wird, reagiert das Muzin des menschlichen Speichels alkalisch. Bei Erhöhung des Muzingehaltes des Speichels – das Muzin besteht bekanntlich zum größten Teil aus eiweißartigen Substanzen – mußte der p_H-Wert sich also nach der alkalischen Seite verschieben. Ich genoß also verschiedene Nahrungsmittel, die die Viskosität und damit den Muzingehalt des Speichels verschieben, und maß vor und nach dem Essen derselben den p_H-Wert. Die Speichelviskositätsgrade nach der Aufnahme verschiedener Nahrungsmittel waren uns auf Grund einer Arbeit von Pickerill bekannt. Es ergab sich folgendes Bild:

	p_H-Wert vor dem Essen	p_H-Wert 10 Min. nach dem Essen
einer Orange	6,53	6,90
eines Apfels	6,27	6,64
von Rohrzucker	6,44	6,95
von Salzlösung	6,58	6,40

	Viskositätsgrad nach Pickerill
von normalem Speichel	14,2
nach dem Essen einer Orange	25,5
nach dem Essen eines Apfels	22,5
nach dem Essen von Rohrzucker	34,1
nach der Einnahme von Salzlösung	6,6

Die Wirkung auf den p_H-Wert setzte immer erst etwa 10 Minuten nach dem Essen der einzelnen Nahrungsmittel ein, war also eine rein nervöse Wirkung auf die Art der Speichelsekretion und beruhte nicht auf Retention der Nahrung in der Mundhöhle, da ja dann die Wirkung direkt nach dem Essen am größten hätte sein müssen. Die Änderung der Wasserstoffionenkonzentration des Speichels durch den Eiweißgehalt beruht also im Grunde genommen auf denselben Ursachen, die Lukomsky für die p_H-Verschiebung anführt, nämlich auf endogenen Einflüssen. Lukomsky konnte gemeinschaftlich mit M. Gurary einen Zusammenhang zwischen dem Tonus des parasympathischen Systems und dem p_H-Wert im Speichel des Menschen feststellen. Es führt nach ihm Reizung des Vagussystems durch Pilokarpin zur Verringerung der H-Ionenkonzentration im Speichel, während Hemmung durch Atropin die H-Ionenkonzentration vergrößerte. Die Änderungen blieben nach Einverleibung vagotroper Substanzen unbedingt beständig, und die Größe dieser Änderungen hing von der Gesamtreaktion des parasympathischen Systems auf Pilokarpin und Atropin ab.

Wie ich schon kurz erwähnte, scheint mir ein weiterer wichtiger Faktor für die p_H-Schwankungen des Speichels der Zustand des Menschen zu sein, sowohl in körperlicher wie in seelischer Beziehung. Bei den Messungen während der 30 Tage konnte ich beobachten, daß an Tagen, wo ich abgespannt und müde war, die Tageswerte ziemlich sauer waren. Das war der Fall am 12., 16. und 23. Tag. Um aber ganz sicher zu gehen, machte ich in dieser Hinsicht einige praktische Versuche. Ich maß vor und nach körperlicher Arbeit den p_H-Wert des Speichels und bekam folgende Resultate:

p_H-Werte vor körperlicher Arbeit:	6,83	6,87	6,85
p_H-Werte nach körperlicher Arbeit:	6,44	6,54	6,52

Wir haben also eine deutliche Verschiebung nach der sauren Seite, wohl infolge Milchsäurebildung. Das stimmt auch mit den Angaben Starrs überein, der angibt, daß bei Muskelarbeit der p_H-Wert des Speichels mit zunehmender Ermüdung niedriger, d. h. die Reaktion saurer wird; bei emotionellen Erregungen (Furcht, Ärger) wurde das p_H erhöht. Durch Zufall konnte ich eine Messung vor und nach starkem Ärger machen. Der p_H-Wert wurde von 6,52 auf 6,78 verschoben, also stark nach der alkalischen Seite.

Von vornherein ziemlich wahrscheinlich ist es, daß bakterielle Zersetzungen die Wasserstoffionenkonzentration nicht unbeträchtlich zu beeinflussen vermögen. Wir stellten also auch in dieser Richtung Versuche an. Wir teilten eine gewisse Speichelmenge in zwei gleiche Teile; den einen Teil hielt ich auf Körpertemperatur, so daß also die Möglichkeit einer Bakterientätigkeit begünstigt war; den anderen Teil stellte ich in eine Kältemischung, ließ ihn 1/2 Stunde gefrieren und maß dann beide Teile bei gleicher Temperatur. Es war anzunehmen, daß der gefrorene Teil durch herabgesetzte Bakterientätigkeit und damit verminderte Säurebildung einen mehr alkalischen Wert zeigt. Das Ergebnis war folgendes:

Versuch	I.	II.	III.	IV.
p_H-Wert des auf Körpertemperatur gehaltenen Teiles:	6,30	6,92	6,62	6,88
p_H-Wert des gefrorenen Teiles:	6,86	7,03	6,78	7,02

Es geht aus diesen Messungen eine ganz eindeutige Verschiebung nach der alkalischen Seite hervor.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

I. Ich nahm während eines Monats an meinem eigenen Speichel p_H-Messungen zu ganz bestimmten Tageszeiten vor, nämlich um 9 Uhr, 11 1/2 Uhr, 2 1/2 Uhr und 4 1/4 Uhr. Ich konnte – bei einem so weit als irgend möglich gleichmäßigen Lebenswandel – eine Gesetzmäßigkeit in den Tagesschwankungen feststellen. Der morgendliche Nüchternwert war immer am stärksten sauer, der Wert um 11 1/2 Uhr etwas weniger sauer. Etwa 1 1/2 Stunden nach dem Mittagessen, um 2 1/2 Uhr, war die Reaktion stets beinahe neutral. Am Nachmittag, um 4 1/4 Uhr, waren die Werte wieder sauer.

II. Als für die p_H-Schwankungen verantwortliche Faktoren sind anzunehmen:

1. der durch wechselnde Ventilation der Mundhöhle sich ändernde CO_2-Gehalt des Speichels;
2. der wechselnde Eiweißgehalt des Speichels, beruhend auf reflektorischen Einflüssen der zugeführten Speisen;
3. die körperliche und seelische Verfassung des Menschen;
4. bakterielle Zersetzungen.

LITERATURVERZEICHNIS

d'Alise — Die Reaktion des Speichels bei experimenteller Azidosis und Alkalosis, Arch. di scienze biol. 8, S. 26-34.

Allaria — Über die Wirkung des Speichels im Anfangsstadium der Verdauung beim Säugling, Jahrb. f. Kinderheilkunde Bd. 74, Nr. 3.

Andresen — Über die H-Ionenkonzentration des Speichels. Ergebnisse der gesamten Zahnheilkunde, 1922, Bd. 5-6, S. 59.

Becks — Über die Wasserstoffionenkonzentration des menschlichen Speichels unter besonderer Berücksichtigung der jeweiligen CO_2-Verhältnisse innerhalb der Mundhöhle. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde, 1928, Nr. 8.

Ergebnisse neuerer Speicheluntersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der Gravidität und der Paradentosen. Verlag H. Meußer, Berlin 1929.

Berg — Die Alkaleszenz des Speichels. Zeitschrift für phys. Chemie 64, 67, 1910.

Broderick — The effect of endocrine development on the teeth. Dent. Cosmos 1921, Bd. 63.

Diemiger — Beiträge zur Kenntnis des menschlichen Mundspeichels in gesunden und pathologischen Verhältnissen, Diss. Würzburg.

Fleckseder — Der gemischte Speichel des Menschen. Zeitschrift für Heilkunde (Abt. inn. Med.) 27, 231. 1906.

Foa — Die Reaktion der Flüssigkeiten des Organismus untersucht vermittels der elektr. Methode. Soc. Biol. 58, 865. 1905.

Gottschalk — Über die Sekretion der Parotis des Pferdes. Diss. Zürich 1910.

Heer — Das Alkalibindungsvermögen des Mundspeichels. Schweiz. Viertelj. schr. f. Zahnheilk. 1918, Heft 1.

Jakobi — Über die quantitative Zusammensetzung der Asche vom gemischten menschlichen Speichel. Diss. Würzburg 1896, S. 21.

Haffner u. Popper — Untersuchungen über die Konstanz der Speichel-p_H. Dtsch. Med. Woschr. 1925, Nr. 14.

Kallhardt — Über die Wasserstoffionenkonzentration. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1928. Heft 21.

Konnefke — Zeitschrift für Stomatologie, 1921, Bd. 19, Heft 5 u. 6.

Lukomsky — Über die Bestimmung des Speichelindex betreffs der Labilität des parasympathischen Systems. Monatsschrift für Zahnheilkunde, 1926, Heft 13, S. 494.

Michaelis und Pechstein. Die Wirkungsbedingungen der Speicheldiastase, Biochem. Zeitschrift 1914, Bd. 59, S. 77.

Oppenheimer. Handbuch der Biochemie, 2. Aufl., Band 4, 1925.

Bethe, v. Bergmann, Embden, Ellinger. Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie. Berlin 1927.

Peckerill — Verhütung der Zahnkaries und Mundsepsis, Berlin 1913.

Pohle und Stredinger. Über die H-Ionenkonzentration des Speichels. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1922, Bd. 40, S. 306.

Stredinger — Über die aktuelle Reaktion des menschlichen Speichels, Diss. Frankfurt 1927.

Türkheim — Die Wasserstoffionenkonzentration des Speichels. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1925, Heft 2, S. 44.

Lebenslauf.

Ich, Heinz Schieferdecker, wurde am 4. September 1913 in Jever geboren. Nach dem Besuch der Volksschule trat ich in das Mariengymnasium zu Jever ein, wo ich Ostern 1932 das Zeugnis der Reife erhielt. Ich widmete mich dann dem Studium der Zahnmedizin und machte im Herbst 1935 das Staatsexamen.

Am Schlusse meiner Arbeit sei es mir gestattet, Herrn Professor Dr. Dold für die Überlassung des Themas und seine freundlichen Ratschläge bei der Ausarbeitung bestens zu danken.